

## Capitolo 23 Dal carbonio agli idrocarburi

### Quesiti e problemi

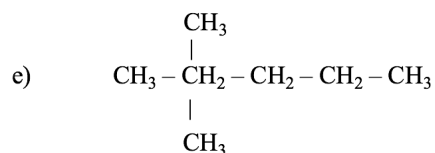
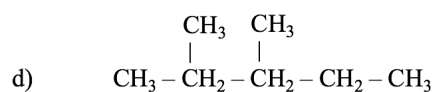
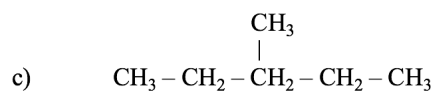
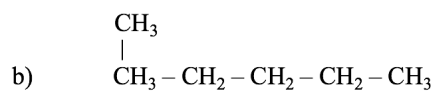
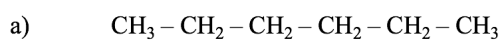
1 a)  $sp^3$ ; b)  $sp^2$ ; c)  $sp$ .

2 B, E

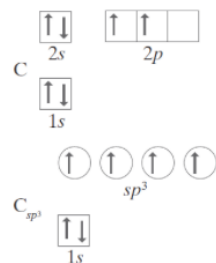
3

Ibridazione	Legami	Geometria
$sp^3$	4 $\sigma$	Tetraedrica
$sp^2$	3 $\sigma$ e 1 $\pi$	Trigonale planare
$sp$	2 $\sigma$ e 2 $\pi$	Lineare

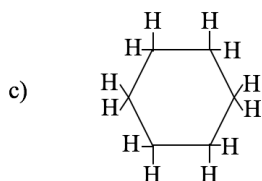
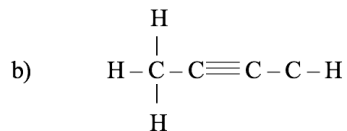
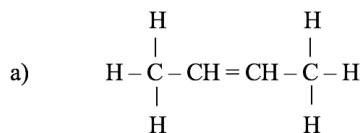
4



5



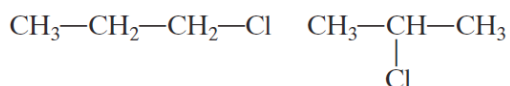
6



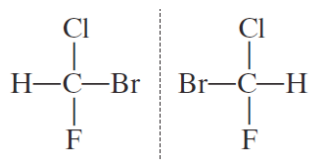
7 B

8 a) 1 e 2; b) tutte e tre; c) 1 e 2; d) 1 e 3.

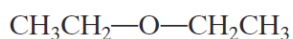
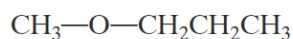
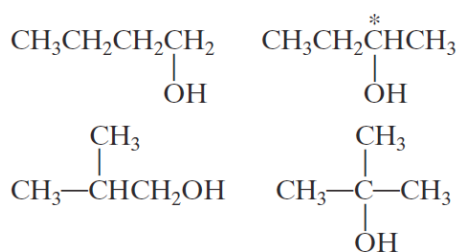
9 Si tratta di isomeria di posizione.



10  $\text{CHBrClF}$  è una molecola chirale perché l'atomo di carbonio, ibridato  $sp^3$ , lega quattro atomi diversi, costituendo così uno stereocentro. La molecola non ha un piano di simmetria.



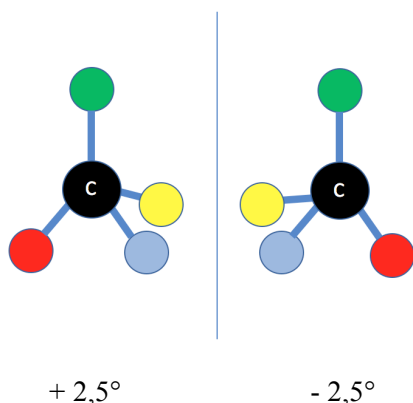
11 L'unico stereocentro si trova nel secondo isomero ed è contraddistinto da un asterisco (\*).



12 L'1-pentene ha il carbonio del doppio legame collegato a due atomi di idrogeno, identici tra loro. Al contrario, il 2-pentene ha i due carboni del doppio legame collegati a due gruppi diversi.

13 L'isomeria geometrica si verifica solo se i carboni insaturi sono legati ciascuno a due gruppi diversi; nel caso del triplo legame, invece, gli atomi di carbonio sono legati a un unico gruppo e i composti che li contengono sono lineari.

14



La rotazione specifica della soluzione è + 2,5°.

15  $b < c < a$

16 a) Il tetracloroetilene è apolare: i dipoli  $C^{\delta+}-Cl^{\delta-}$  si annullano reciprocamente per la simmetria della molecola. b) È una sostanza poco solubile in acqua. c) Il tetracloroetilene lava bene il grasso perché è formato da molecole apolari.

17  $a < b < c$

18  $c < a < b$

19 I nucleofili sono anioni o molecole neutre con doppietti elettronici disponibili. Le basi di Lewis sono nucleofili.

20 Un elettrofilo è una molecola o uno ione che può accettare un doppietto elettronico. Gli acidi di Lewis sono elettrofili. Gli acidi forti come HCl sono esempi di elettrofili, così come lo ione  $H^+$ .

21 Un carbocatione è una molecola che contiene una carica positiva su un atomo di carbonio a cui manca il legame con un atomo per completare l'ottetto elettronico.

22 *Elettrofili*: a, e, f; *nucleofili*: b, c, d.

23  $-Cl$ : effetto induttivo attrattivo;  $-OH$ : effetto induttivo attrattivo;  $-CH_3$ : effetto induttivo repulsivo.

24 a) il secondo composto; b) il secondo composto; c) il secondo composto.

25 B è l'unica specie impossibile, perché presenta due elettroni spaiati sullo stesso atomo di carbonio. (risolutore ha indicato a e c come soluzioni)

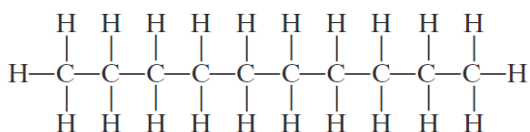
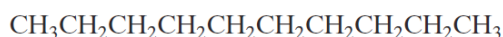
**26** Una rottura eterolitica implica prima la polarizzazione del legame covalente e poi lo spostamento della coppia di legame sull'atomo più elettronegativo, che quindi acquisisce una carica negativa netta. L'atomo meno elettronegativo diventa invece carico positivamente. Non vi sono elettroni spaiati, come avviene nel caso della formazione di un radicale.

**27** A

**28** a) sostituzione; b) eliminazione; c) addizione; d) polimerizzazione con condensazione.

**29** La formula bruta indica che si può trattare o di un alchene o di un cicloalcano.

**30** n-decano;  $M_{\text{decano}} = 142,27 \text{ g/mol}$ .



**31** Nine

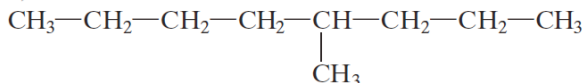
**32** I legami covalenti sono sette.

33

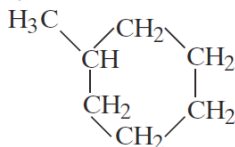
a)



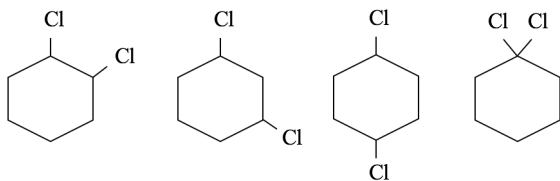
b)



c)

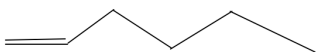


**34** Gli isomeri di posizione sono quattro.

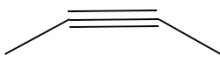


35

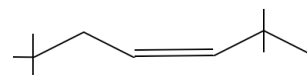
a)



b)

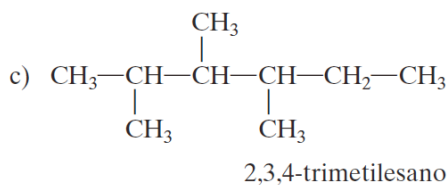
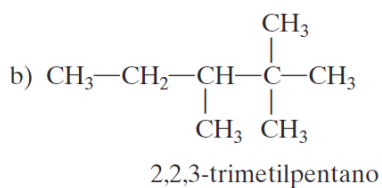
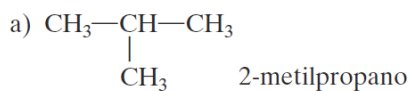


c)

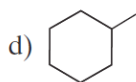
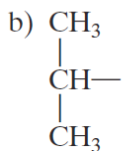
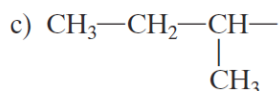


36 2-metilpropile

37

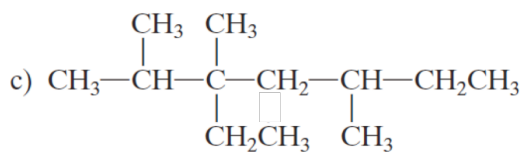
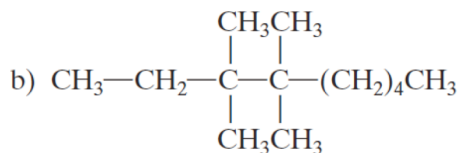
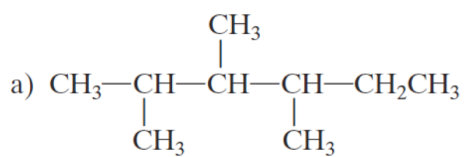


38

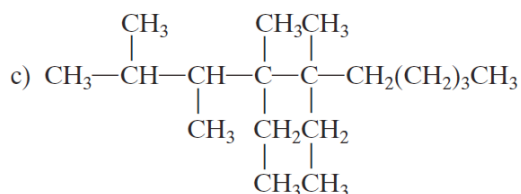
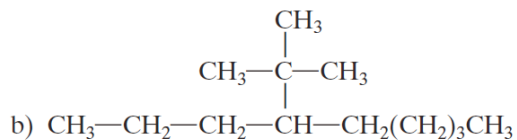
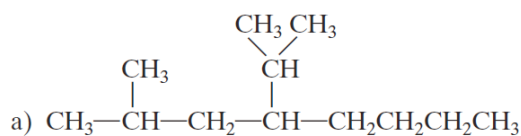


39 a) 3-etil-2,3-dimetilpentano; b) 2,2-dimetilbutano; c) 2,3,4-trimetilpentano; d) 2,2,3,3-tetrametilpentano.

40



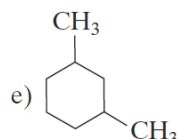
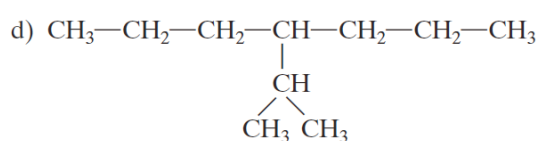
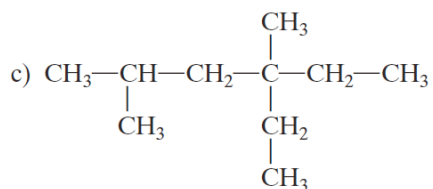
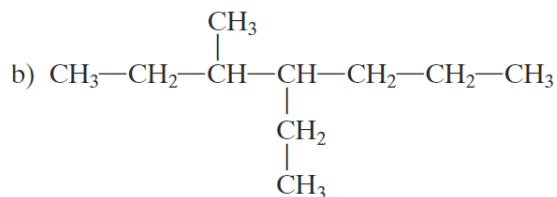
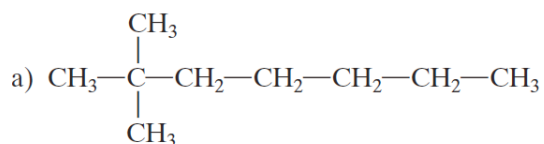
41



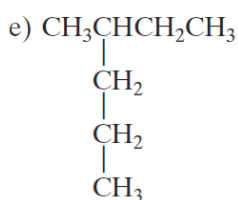
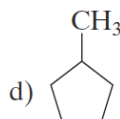
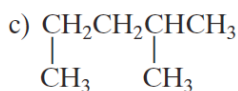
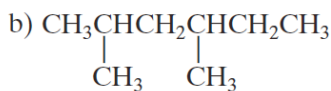
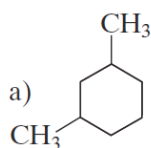
42 a) etilcicloesano;

b) metilciclopentano; c) metilciclopropano; d) metilciclobutano.

43



44



a) Numerazione errata: 1,3-dimetilcicloesano;

b) manca il suffisso "di-": 2,4-dimetilesano;

c) quella individuata non è la catena più lunga: 2-metilpentano;

d) non serve indicare la posizione "1-": metilciclopentano;

e) quella individuata non è la catena più lunga: 3-metilesano.

- 45** Hanno proprietà chimiche simili, ma le proprietà fisiche sono diverse a seconda della ramificazione della catena: in particolare, variano il punto di ebollizione e fusione.
- 46** Le reazioni di sostituzione e combustione: in condizioni opportune, gli alcani reagiscono infatti facilmente con con gli alogeni e l'ossigeno.
- 47** Rispetto agli altri isomeri del pentano il 2,2-dimetilpropano presenta il punto di fusione maggiore perché le ramificazioni rendono la struttura simmetrica e compatta.
- 48** Le molecole dell'acqua sono vincolate le une alle altre da legami a idrogeno; tra quelle del metano, invece, agiscono deboli forze di London.
- 49** Le lunghe catene apolari sono idrofobiche: respingono le molecole d'acqua e ne impediscono l'allontanamento dalle foglie.
- 50**  $\text{CH}_3\text{Br}$ ;  $\text{CH}_2\text{Br}_2$ ;  $\text{CHBr}_3$ ;  $\text{CBr}_4$ .
- 51** 2,2-dimetilbutano < 3-metilpentano < n-esano < n-eptano.
- 52** Perché tra le lunghe catene idrocarburiche si instaura un numero maggiore di interazioni intermolecolari.
- 53** Perché per avviare la reazione è necessario spezzare il legame covalente tra gli atomi di cloro nella molecola  $\text{Cl}_2$ .
- 54** I punti di ebollizione degli idrocarburi lineari cresce con l'aumentare della massa molecolare. I composti lineari hanno punti di ebollizione maggiori dei corrispondenti isomeri ramificati.
- 55** La fase di *inizio* comporta la rottura della molecola di alogeno  $\text{X}_2$ , con formazione di due radicali  $\text{X}\cdot$ . Nella fase di *propagazione* il radicale alogeno  $\text{X}\cdot$  strappa un atomo di H all'alcano, formando  $\text{HX}$  e un radicale  $\text{R}\cdot$ : questo, a sua volta, strappa un atomo a  $\text{X}_2$ , con formazione dell'alogenuro alchilico  $\text{RX}$  e di un nuovo radicale  $\text{X}\cdot$ . Nella fase di *terminazione* si ha la combinazione di due specie radicaliche, con formazione di  $\text{X}_2$ ,  $\text{R}_2$  o  $\text{RX}$ .
- 56**
- INIZIO
- $$\text{Cl}-\text{Cl} \rightarrow 2\text{Cl}\cdot$$
- PROPAGAZIONE
- $$\begin{cases} \text{CH}_3-\text{CH}_3 + \text{Cl}\cdot \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{CH}_3\text{CH}_2\cdot \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\cdot + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{Cl}\cdot \end{cases}$$
- FINE
- $$\begin{cases} 2\text{Cl}\cdot \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \\ 2\text{CH}_3\text{CH}_2\cdot \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\cdot + \text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} \end{cases}$$
- Da questo tipo di reazione si possono ottenere prodotti variamente alogenati, per esempio butano ed etano variamente sostituito, da un minimo di un atomo di cloro a sei atomi di cloro,
- 57** *sp*
- 58** Perché gli atomi legati agli atomi di carbonio impegnati nel doppio legame posso trovarsi in posizioni diverse rispetto al piano creato dal doppio legame: nello stereoisomero *cis*, gli atomi legati al C si trovano dallo stesso lato del piano, mentre nello stereoisomero *trans* si trovano ai lati opposti del piano.
- 59** Perché il propene presenta due atomi uguali sul carbonio C-1.

60

- a)  $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$  2,3-dimetil-1-butene
- b)  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  2,3-dimetil-2-pentene
- c)  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_3$  3,4-dimetil-2-pentene

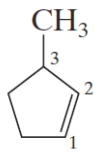
61 Perché il composto 1,2-dicloroetene può presentarsi in due forme stereoisomeriche: *cis*-1,2-dicloroetene e *trans*-1,2-dicloroetene.

62 Perché il legame  $\pi$ , dato dalla sovrapposizione laterale di due orbitali *p*, è più debole del legame  $\sigma$ , che si forma per sovrapposizione coassiale.

63

- a)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$  ; b)  $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{C}\equiv\text{CCH}_3$  ;

- c)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{3}{\underset{\text{CH}}{\text{C}}}\overset{4}{\text{CH}}\overset{5}{\text{CH}_2}\overset{6}{\text{CH}_2}\overset{1}{\text{CH}_3}$  ;  
 $\begin{array}{c} 2 \\ \text{CH} \\ || \\ 1 \\ \text{CH}_2 \end{array}$

- d)  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$  ; e) 

a) numerazione errata: 1-butino (oppure, semplicemente, butino); b) numerazione errata: 4-metil-2-pentene; c) catena principale senza l'insaturazione: 3-propil-1-esene; d) numerazione errata: 2-metil-1,3-butadiene; e) numerazione errata: 3-metilciclopentene.

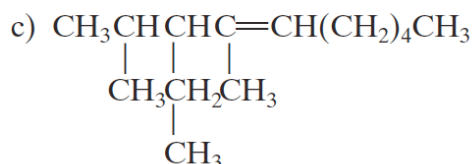
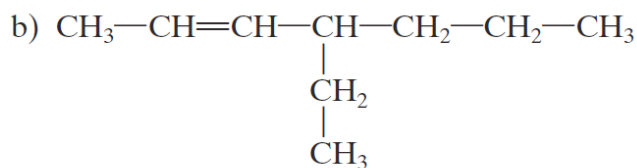
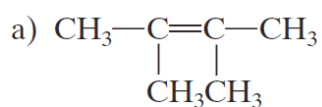
64

- a)  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- b)  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{Cl} \quad \text{H} \end{array}$
- c)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2}$
- d)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{CH}_3$

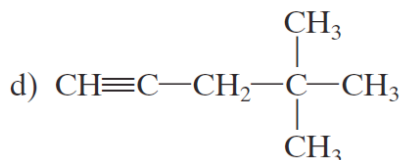
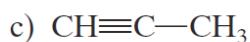
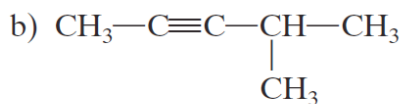
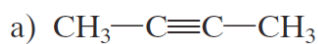
Isomeri *cis-trans* si possono trovare nei composti b) e d).



65

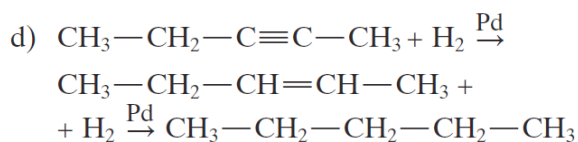
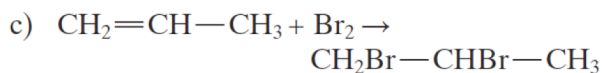
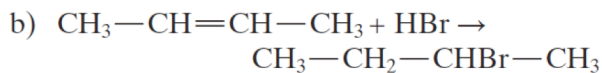


66



68 Addition reaction; Markonikov's rule is applied.

69



70 a) alkane; b) alkene; c) alkyne; d) alkene.

71

a) 3-bromo-2-metil-2-pentene; b) 3,3-dimetil-1-butene; c) 3,3-dimetil-1-butino; d) 2-metil-1,3-butadiene.

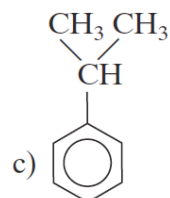
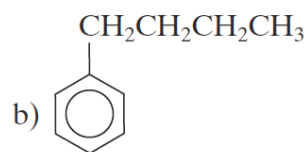
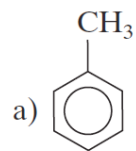
72 Perché gli elettroni si trovano delocalizzati in una nuvola elettronica localizzata sopra e sotto il piano formato dall'anello e questa situazione non consente di individuare la loro esatta posizione sugli atomi di carbonio dell'anello benzenico.

73



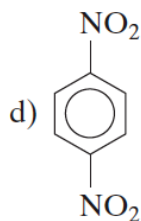
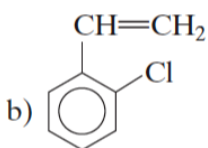
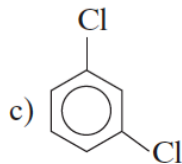
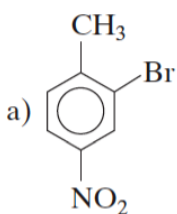
74 Gli elettroni non sono legati in modo stretto agli atomi di carbonio, ma si trovano dispersi in una nuvola elettronica localizzata sopra e sotto il piano formato dall'anello.

75



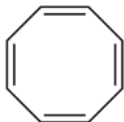
76 Gli elettroni si delocalizzano sull'anello, neutralizzando la carica positiva.

77



## Il laboratorio delle competenze

80 Secondo la regola di Hückel, il cicloottatetraene non è un composto aromatico. Alla stessa formula bruta corrisponde lo stirene, un composto aromatico.



81 a) L'elettrofilo è  $\text{SO}_3\text{H}^+$ ; b) sì, si tratta di un acido di Lewis; c) quando  $\text{SO}_3\text{H}^+$  cede un  $\text{H}^+$  a  $\text{HSO}_4^-$ .

82

a) L'n-pentano è lineare, per cui le molecole riescono a impaccarsi meglio tra loro; l'isopentano presenta invece una ramificazione, quindi la temperatura di fusione è più bassa dell'n-pentano. Il neopentano, con una doppia ramificazione sul carbonio centrale, ha una struttura compatta e simmetrica che facilita la formazione della struttura cristallina, per cui la temperatura di ebollizione è maggiore.

b) Il neopentano forma un numero inferiore di legami intermolecolari rispetto agli altri due (forze di London), quindi bolle a una temperatura inferiore.

83 L'ossigeno si lega ai radicali presenti, impedendo la propagazione della reazione di clorurazione.

84 È più stabile la forma sfalsata perché le nuvole elettroniche degli atomi di idrogeno legati ai due atomi di carbonio sono più distanziate; la forza repulsiva reciproca risulta quindi minore.

85 **Alcani: n-pentano, n-esano, isottano, n-eptano, n-ottano. Alcheni: 1-pentene, 2-pentene. Dieni: isoprene. Idrocarburi Aromatici: benzene, toluene, etilbenzene, m-xilene, p-xilene, o-xilene, naftalene, nicotina.**

86 La scatola a forma di tetraedro è sovrapponibile alla propria immagine speculare. Se su una faccia si scrive un nome, la scatola perde questa proprietà e non è più sovrapponibile alla propria immagine speculare.

87



89 a) Un solo stereocentro, che è il carbonio centrale legato a quattro atomi o a gruppi diversi; b) nessuno stereocentro, infatti l'unico carbonio ibridato  $sp^3$  è legato a tre atomi di H, mentre gli altri due carboni sono ibridati  $sp^2$ ; c) un solo stereocentro, che è il carbonio centrale legato a quattro atomi o a gruppi diversi; d) un solo stereocentro, ovvero il C2. Infatti, il C1 è ibridato  $sp^2$  e il C3 è collegato a tre atomi di idrogeno.

90 Nell'attribuzione del nome è stata sbagliata la numerazione: quella corretta è 3-etil-4,5dimetil-4-n-propiletano

